

PAT-NO: JP402135615A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02135615 A

TITLE: POWER CABLE AND MEASURING METHOD FOR  
TEMPERATURE  
DISTRIBUTION THEREOF

PUBN-DATE: May 24, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ONISHI, AKISHI

OKIAYU, RYUICHI

YOSHIDA, SHOTARO

KAJI, ISAO

TAKEHANA, HAJIME

MIURA, ISAO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUJIKURA LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP63286698

APPL-DATE: November 15, 1988

INT-CL (IPC): H01B007/32, G01K001/14, G01K011/12

US-CL-CURRENT: 374/141

## ABSTRACT:

**PURPOSE:** To make it possible to measure the distribution of temperatures within a cable conductor with safety and high precision, by providing an electrical insulating Raman scattering optical fiber core along the longitudinal line of the cable conductor.

**CONSTITUTION:** In a power cable 1, an internal semi-conductor layer 3, a polyethylene insulating layer 4, and an external semi-conductor layer 5 are provided in sequence around a cable conductor 2 comprising each divided conductor 2a formed by cabling of plural copper wires, and a cable sheath 6 covers the outer periphery of the external semi-conductor layer 5. An electrical insulating Raman scattering optical fiber core 7 is formed at the center portion and along the longitudinal line of the cable conductor 2. During the course of manufacture of optical fiber core 7 can thus simply be integrated into the cable. Pulse light is then caused to enter the cable through the terminal portion of the optical fiber core 7 so that Raman scattering takes place within the optical fiber core 7, and the distribution of temperatures within the cable conductor 2 in its longitudinal direction can be measured with safety and high precision according to the intensity of the Raman scattered light.

**COPYRIGHT:** (C)1990,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-135615

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>H 01 B 7/32  
G 01 K 1/14  
11/12

識別記号

A  
L  
F

庁内整理番号

7364-5G  
7409-2F  
7409-2F

④ 公開 平成2年(1990)5月24日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑭ 発明の名称 電力ケーブル及びその温度分布測定方法

⑯ 特 願 昭63-286698

⑰ 出 願 昭63(1988)11月15日

⑱ 発 明 者	大 西 晃 史	東京都江東区木場1丁目5番1号	藤倉電線株式会社内
⑱ 発 明 者	置 鮎 隆 一	東京都江東区木場1丁目5番1号	藤倉電線株式会社内
⑱ 発 明 者	吉 田 昭 太 郎	東京都江東区木場1丁目5番1号	藤倉電線株式会社内
⑱ 発 明 者	加 治 功	東京都江東区木場1丁目5番1号	藤倉電線株式会社内
⑱ 発 明 者	竹 鼻 始	東京都江東区木場1丁目5番1号	藤倉電線株式会社内
⑱ 発 明 者	三 浦 功	東京都江東区木場1丁目5番1号	藤倉電線株式会社内
⑲ 出 願 人	藤倉電線株式会社	東京都江東区木場1丁目5番1号	
⑲ 代 理 人	弁理士 藤本 博光	外2名	

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

電力ケーブル及びその温度分布測定方法

## 2. 特許請求の範囲

1. ケーブル導体を絶縁体で絶縁し、該絶縁体の外周にシースを設けてなる電力ケーブルにおいて、前記ケーブル導体の長手方向に沿って電気的に絶縁性を有するラマン散乱光ファイバ心線を設けたことを特徴とする電力ケーブル。

2. 前記ラマン散乱光ファイバ心線は、前記ケーブル導体の中心部分に設けられている請求項1記載の電力ケーブル。

3. 前記ラマン散乱光ファイバ心線は、前記ケーブル導体を構成する分割導体の分割面に設けられている請求項1記載の電力ケーブル。

4. ケーブル導体の軸方向に沿って設けられたラマン散乱光ファイバ心線の端末部からパルス光を入射させて該光ファイバ心線中にラマン散乱を

発生させ、このラマン散乱光強度を検出し、同ラマン散乱光強度に基づいて前記ケーブル導体の長手方向に連続して温度分布を測定することを中心とする電力ケーブルの温度分布測定方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はラマン散乱光の強度が温度の関数であることを利用してケーブル導体の長手方向における連続した温度分布を測定することのできる電力ケーブル及びその温度分布測定方法に関する。

(従来の技術)

一般に、電力ケーブルの許容電流を管理するためには、ケーブル導体の長手方向における温度分布を計測することが挙げられる。この温度分布を計測する手段としては、ケーブル導体の長手方向に沿って所定区間において多数熱電対を取付けることが考えられるが、この手段では熱電対が導体であるため、ケーブル導体に熱電対を直接接触させると、熱電対がケーブル導体と同電位となり、

測定作業が極めて危険である。そのため従来より直接ケーブル導体に対して温度分布を計測することは行われていない。しかし、敢えてケーブル導体の温度分布を計測するには、ケーブル導体の周囲に設けられる絶縁体の長手方向に沿って所定間隔をおいて多数熱電対を取付けて間接的にケーブル導体の長手方向の温度分布を計測することが考えられる。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上記のように電力ケーブルにおける絶縁体の長手方向に沿って所定の間隔に多数熱電対を取付ける従来技術にあつては、計測ポイントが非常に多くなるため熱電対を多く必要とし、その取付工数が多くかかり、温度分布測定手段としては膨大な価格になる問題があると共に、絶縁性能も損なわれるという問題点もある。また間接的に且つ部分的にケーブル導体の長手方向の温度分布を測定するので、測定温度精度が低い問題点がある。

そこで、本発明は上記事情を考慮してなされた

(作用)

本発明は以上のように構成されているので、ケーブル導体の長手方向に沿って電気的に絶縁性を有するラマン散乱光ファイバ心線を設けたことにより、この光ファイバ心線の端末部にパルス光を入射させれば、光ファイバ心線内でラマン散乱が生じ、このラマン散乱光の強度は温度に依存した関数で表わされることで、ラマン散乱光強度から電力ケーブルの絶縁性能を損なうことなくケーブル導体の長手方向の温度分布が求まる。従って、1本のラマン散乱光ファイバ心線で電力ケーブルの長手方向に連続した温度分布を測定できるので安価であり、また上記光ファイバ心線は絶縁体であるため測定作業が極めて安全である。

(実施例)

以下、本発明を図示する実施例に基づいて説明する。第1図に本発明の一実施例による電力ケーブルを示す。第1図に示すように、電力ケーブル1は銅系線を複数条纏り合せて各分割導体2aを構成したケーブル導体2に内部半導電層3、ポリ

エチレン絶縁層4、外部半導電層5が順次設けられ、通常内部半導電層3、ポリエチレン絶縁層4及び外部半導電層5は同時押出法により成形され、内部半導電層3とポリエチレン絶縁層4との間、並びに絶縁層4と外部半導電層5との間は一体化されている。そして、外部半導電層5の外周にはプラスチック、金属等からなるケーブルシース6が被覆されている。

(課題を解決するための手段)

本発明による電力ケーブルは、ケーブル導体を絶縁体で絶縁し、該絶縁体の外周にシースを設けてなる電力ケーブルにおいて、前記ケーブル導体の長手方向に沿って電気的に絶縁性を有するラマン散乱光ファイバ心線を設けたことを特徴とする。

また、本発明による電力ケーブルの温度分布測定方法は、ケーブル導体の軸方向に沿って設けられたラマン散乱光ファイバ心線の端末部からパルス光を入射させて該光ファイバ心線中にラマン散乱を発生させ、このラマン散乱光強度を検出し、同ラマン散乱光強度に基づいて前記ケーブル導体の長手方向に連続して温度分布を測定することを特徴とする。

また、ケーブル導体2の中心部分にはその長手方向に沿って電気的に絶縁性を有するラマン散乱光ファイバ心線7が設けられており、この光ファイバ心線7は第2図に示すように光ファイバ素線7aにアルミナ( $Al_2O_3$ )等のセラミック層7bを被覆し、このセラミック層7bの外周に銅、アルミニウム、ステンレス等の金属層7cを設けて構成されている。従って、ラマン散乱光ファイバ心線7をケーブル導体2の中心部分に設けることにより、製造上光ファイバ心線7を電力ケーブル1に組込み易くなる。そして、光ファイバ心線7の端末部からパルス光を入射させれば、光ファ

ファイバ心線7内でラマン散乱が生じ、このラマン散乱光の強度からケーブル導体2の長手方向における連続した温度分布が求まることになる。

次に、第3図に示すような温度分布測定装置10を使用し、上記電力ケーブル1のケーブル導体2の長手方向における連続した温度分布を測定することについて説明する。同図において、ラマン散乱光ファイバ心線7を備えた電力ケーブル1は温度分布を測定しようとする送電系統に配設される。温度分布測定装置10は光分岐器15を有し、この光分岐器15の一方のポートには光源14が、他方のポートには検出系が設けられている。光源14には光源駆動装置13、パルスディレイ回路12、パルス発生器11が接続されており、パルス発生器11から出力された信号は直接データ処理回路19に入力される一方、パルスディレイ回路2で所定時間遅らされたパルス信号が光源駆動装置13に入力される。光源駆動装置13はこの入力されたパルス信号に従って光源

14を駆動し、光源14からは周波数 $\omega_0$ のバルス光が出射される。この光源14からのバルス光は光分岐器15を通して電力ケーブル1内のラマン散乱光ファイバ心線7の端末部に入射される。光ファイバ心線7内では周波数 $\omega_0$ のレイリー散乱光の他に、周波数 $\omega_0 - \omega_f$ （ストークス光）と $\omega_0 + \omega_f$ （反ストークス光）の2成分からなるラマン散乱光が生じる。

上記ラマン散乱光ファイバ心線7で生じたレイリー散乱及びラマン散乱光の一部は光ファイバ心線7を戻り、その端末部から出射され光分岐器15で分岐され、さらに光分岐器16でストークス光と反ストークス光とに分岐され、これらの光の強度が各々受光器17、18で検出され、この出力信号はデータ処理回路19に送出される。データ処理回路19では光ファイバ心線7の温度を求めると共に、パルス発生器11からのパルス信号と受光器17、18からのラマン散乱光の検出信号との時間差に基づき距離が決定される。そして、表示器20において連続的にスキャンするこ

とで、ラマン散乱光ファイバ心線7の温度分布を通してケーブル導体2の長手方向に連続した温度分布が得られることになる。ここで、本実施例におけるラマン散乱光ファイバ心線7の測定温度範囲は $-20 \sim +150^\circ\text{C}$ で、測定温度精度は $\pm 1^\circ\text{C}$ で、そして測定距離は2km（分解能：1m）である。

このように、本実施例によれば、2波長測定方式を採用しているので、外乱の影響を受けることがない。また、電力ケーブル1のケーブル導体2の長手方向における連続した温度分布を1本のラマン散乱光ファイバ心線で測定できるので、測定作業が容易であり、安価な温度分布測定用の電力ケーブルを提供することができる。

第4図は本発明の他の実施例による電力ケーブルを示し、前記実施例と同一の部分には同一の符号を付して説明すると、本実施例ではケーブル導体2を構成する各分割導体2aの府部間に、ケーブル導体2の長手方向に沿ってラマン散乱光ファイバ心線7が縦置き又は横り込まれており、この

実施例によれば、ケーブル導体2の周方向に光ファイバ心線7を6本配設することができるので、測定温度精度が一段と向上することになる。尚、この場合光ファイバ心線7は少なくとも1本設ければ上記温度分布の測定が可能である。その他の構成及び作用は前記実施例と同一であるのでその説明を省略する。

#### （発明の効果）

以上説明したように、本発明に係る電力ケーブルによれば、ケーブル導体の長手方向に沿って電気的に絶縁性のラマン散乱光ファイバ心線を設けたので、絶縁性能を損なうことなく長手方向に連続した温度分布を高精度に測定することができ、そしてケーブル導体の温度管理が容易になる。

また、本発明に係る電力ケーブルの温度分布測定方法によれば、ラマン散乱光ファイバ心線を使用したので、熱電対で温度分布を測定する方法と比較して測定作業が容易になると共に安価に測定可能となる。加えて、ラマン散乱光ファイバ心線は絶縁体であるので、測定作業が極めて安全であ

るという効果を奏する。

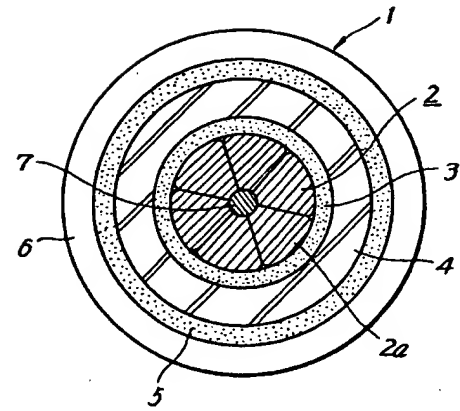
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例による電力ケーブルを示す概略断面図、

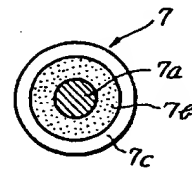
第2図は第1図のラマン散乱光ファイバ心線を示す概略断面図、

第3図は同実施例におけるケーブル導体の温度分布測定装置を示すブロック図、

第4図は本発明の他の実施例による電力ケーブルを示す概略断面図である。



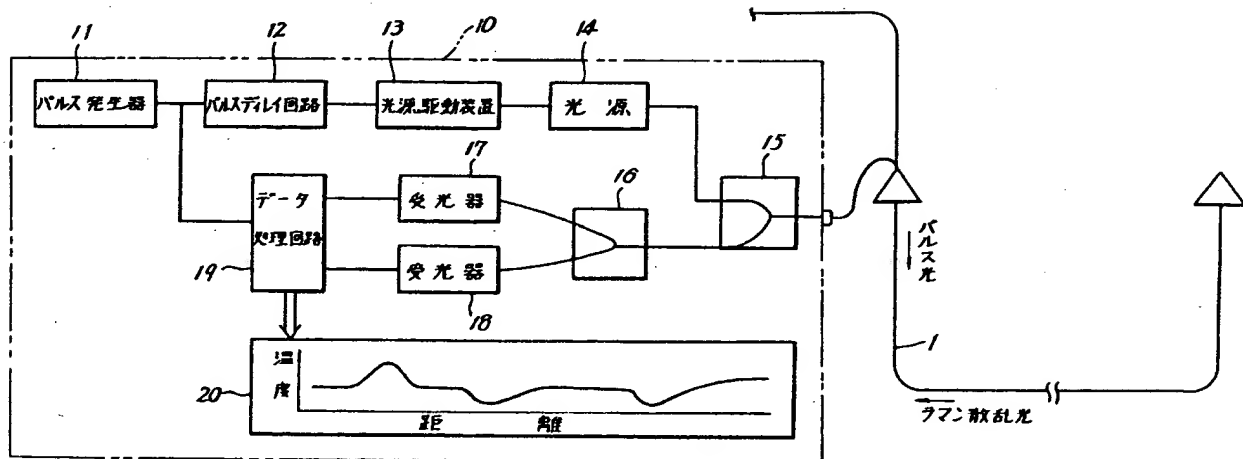
第 1 図



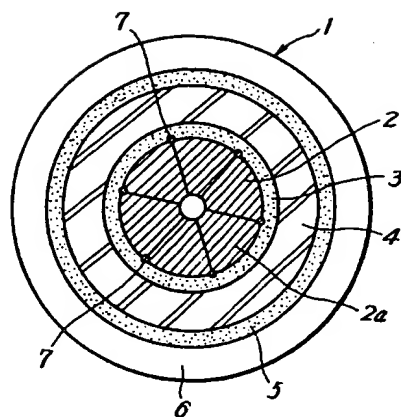
第 2 図

- 1…電力ケーブル、2…ケーブル導体、
- 2a…分割導体、4…ポリエチレン絶縁層、
- 6…ケーブルシース、
- 7…ラマン散乱光ファイバ心線、
- 10…温度分布測定装置。

出願人代理人 藤 本 博 光



第 3 図



第 4 図